



FI000100017B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 100017 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 15.08.97

(51) Kv.lk.6 - Int.cl.6

H 04B 17/00, 7/005, H 04L 1/20
H 04Q 7/34

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 954053

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 29.08.95

(24) Alkupäivä - Löpdag 29.08.95

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 01.03.97

(73) Haltija - Innehavare

1. Nokia Telecommunications Oy, Mäkkylän puistotie 1, 02600 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Piirainen, Olli, Torikatu 27 A 9, 90100 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Patenttito Teknopolis Kolster Oy, Teknologiantie 4, 90570 Oulu

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Yhteyden laadun estimointimenetelmä ja vastaanotin
Förfarande för estimering av kvaliteten på en förbindelse och mottagare

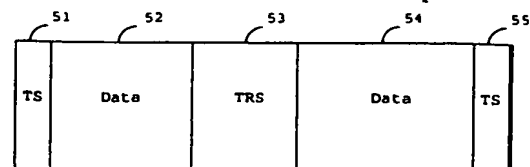
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 428199 (H 04L 25/03), EP A 635949 (H 04B 7/005)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä yhteyden laadun estimoimiseksi signaalikohinasuhteen avulla digitaalisessa solukkoradiojärjestelmässä. Keksinnön kohteena on myös digitaalisen solukkoradiojärjestelmän vastaanotin. Signaalikohinasuhteen laskemisessa käytetään hyväksi vertailusignaalia, joka on kanavan estimoidun impulssivasteen ja ennalta määrätyn sekvenssin (53) konvoluutio. Signaalikohinasuhde saadaan vertailusignaalin suhteena kanavasta vastaanotetun ennalta määrätyn sekvenssin (53) ja vertailusignaalin varianssiin. Keksintö yksinkertaistaa yhteyden laadun estimointia. Keksinnön mukainen vastaanotin käsittää välineen menetelmän mukaisen signaalikohinasuhteen laskemiseksi.

Uppfinningen avser ett förfarande för estimering av förbindelsekvalitet med användning av signalbrusförhållandet vid ett digitalt cellulärradiosystem. Uppfinningen avser även en mottagare vid ett digitalt cellulärradiosystem. Vid beräkning av signalbrusförhållandet används en referenssignal som utgör en konvolution av kanalens estimerade impulsrespons och en förutbestämd sekvens (53). Signalbrusförhållandet erhålls som referenssignalens förhållande till variansen för den från kanalen mottagna förutbestämda sekvensen (53) och referenssignalen. Uppfinningen förenklar estimeringen av förbindelsekvalitet. Mottagaren omfattar enligt uppfinningen ett organ för beräkning av signalbrusförhållandet enligt förfarandet.



This Page Blank (uspto)

Yhteyden laadun estimointimenetelmä ja vastaanotin

Keksinnön kohteena on menetelmä yhteyden laadun
estimoimiseksi signaalikohinasuhteen avulla digitaalisen
5 solukkoradiojärjestelmän vastaanottimessa, jossa käytetään
Viterbi-ilmaisua ja diversiteettivastaanottoa, jossa mene-
telmässä muodostetaan kanavan estimoitu impulssivaste ja
jossa kanavan estimoitu impulssivaste ja signaalin käsit-
tämä ennalta määrätty sekvenssi ovat symbolisekvenssejä.

10 Keksinnön kohteena on myös digitaalisen solukkoradiojärjestelmän vastaanotin, joka käsittää Viterbi-ilmaisuvälineet, diversiteettihaaroja ja välineen kanavan estimoitun impulssivasteen muodostamiseksi.

15 Solukkoradiojärjestelmässä tukiaseman ja tilaajapäätelaitteen välisen yhteyden laatu vaihtelee jatkuvasti. Tämä vaihtelu johtuu radiotiellä esiintyvistä häiriötekijöistä sekä radioaaltojen vaimenemisesta etäisyyden ja ajan funktiona häipyvässä kanavassa. Yhteyden laatua voidaan mitata esimerkiksi tarkkailemalla vastaanotettua tehoa.
20 Tehonsäädöllä voidaan osittain kompensoida yhteyden laadun vaihteluita.

Digitaalisessa solukkoradiojärjestelmässä tarvitaan tehonmittausta tarkempi menetelmä yhteyden laadun estimoimiseksi. Tällöin tunnettuina laatuparametreina ovat esimerkiksi bittivirhesuhde (BER, Bit Error Rate) ja signaalikohinasuhde.

25 Ennestään tunnettua on hyödyntää Viterbi-ilmaisun päätöksiä vastaanotetun signaalin signaalikohinasuhteen estimoimisessa. Vastaanottimena voi toimia tukiasema tai tilaajapäätelaite.
30 Tunnetuissa ratkaisuissa Viterbi-ilmaisu suoritetaan vastaanotetulle purskeelle kokonaisuudessaan ennen signaalikohinasuhteen määrittämistä. Koska Viterbi-algoritmi on kuitenkin usein liian vaativa toimenpide digitaaliselle signaalinkäsittelyohjelmalle vastaanot-
35 timen sallimassa prosessointiajassa, sitä varten joudutaan

käyttämään erillistä Viterbi-kovoa. Tätä on selostettu tarkemmin julkaisussa J. Hagenauer, P. Hoeher: A Viterbi Algorithm with Soft-decision Outputs and its Applications, IEEE GLOBECOM 1989, Dallas, Texas, November 1989, joka otetaan tähän viitteeksi.

Signaalikohinasuhdetietoa, joka voidaan yksinkertaisesti laskea keksinnön mukaisella menetelmällä, tarvitaan tunnetusti käytettäessä erilaisia diversiteettivastaanottimia. Monitievastaanotossa tavallisimmat diversiteettivastaanottimet yhdistävät signaalit ennen tai jälkeen ilmaisun ja ne käsittävät esimerkiksi valikoivan yhdistelyn (Selective combining), maksimaalisen suhteen yhdistelyn (Maximal-ratio combining) ja tasavahvistetun yhdistelyn (Equal-gain combining). Monitiesignaalit ilmaistaan tavallisesti käyttäen Viterbi-ilmaisua, jolloin signaalien yhdistäminen tapahtuu ilmaisun jälkeen. Signaalit on kuitenkin edullisinta yhdistää ennen ilmaisua, koska tällöin saavutetaan suurempi signaalin vahvistus. Diversiteettivastaanottimia on selitetty tarkemmin esimerkiksi kirjassa William C. Y. Lee: Mobile Communications Engineering, kapale 10, Combining technology, sivut 291 - 336, McGraw-Hill, USA, 1982, joka otetaan tähän viitteeksi.

Esillä olevalla keksinnöllä on tarkoitus toteuttaa menetelmä, jolla voidaan estimoida signaalikohinasuhdetta suoraan vastaanotetusta signaalista käyttämättä Viterbi-ilmaisua. Lisäksi tarkoituksena on mahdollistaa signaalien yhdistäminen ennen ilmaisua diversiteettivastaanottimia käytettäessä.

Tämä saavutetaan johdannossa esitetyn tyyppisellä menetelmällä, jolle on tunnusomaista, että kanavan estimoidusta impulssivasteesta ja signaalin käsittämästä ennalta määrätystä sekvenssistä muodostetaan vertailusignaali, että signaaliin liittyvän kohinan energia lasketaan varianssityyppisesti vertailusignaalista ja kanavasta vastaanotetusta ennalta määrätystä sekvenssistä, että signaa-

likohinasuhde lasketaan vertailusignaalin energian ja kohinan energian suhteena ja että diversiteettihaarojen yhdistäminen tapahtuu ennen Viterbi-ilmaisua siten, että eri haarojen ajallisesti toisiaan vastaavat symbolit yhdistetään, ja kunkin haaran sovitettujen suodattimien lähdöt ja impulssivasteen autokorrelaation tapit painotetaan kunkin haaran omalla signaalikohinasuhteella.

Keksinnön mukaiselle vastaanottimelle on tunnusomaista, että signaalikohinasuhteen laskemiseksi vastaanotin käsittää välineen, jolla vertailusignaali muodostetaan kanavan estimoidusta impulssivasteesta ja signaalin käsittämästä ennalta määrätystä sekvenssistä, että vastaanotin käsittää välineen kanavan kohinan energian laskemiseksi vertailusignaalista ja vastaanotetusta ennalta määrätystä sekvenssistä varianssityyppisesti, että vastaanotin käsittää välineen signaalikohinasuhteen laskemiseksi vertailusignaalin energian ja kohinan energian suhteena ja että vastaanotin käsittää diversiteettihaarojen yhdistämisvälineet, jotka sijaitsevat ennen Viterbi-ilmaisuvälineitä ja jotka yhdistävät eri haarojen ajallisesti toisiaan vastaavat symbolit, ja että vastaanotin käsittää välineet painottaen kunkin haaran sovitettujen suodattimien lähdöt ja impulssivasteen autokorrelaation tapit kunkin haaran omalla signaalikohinasuhteella.

Keksinnöllä saavutetaan huomattavia etuja. Keksinnön mukaisella menetelmällä signaalikohinasuhdetta voidaan estimoida suoraan vastaanotetusta signaalista suorittamatta Viterbi-ilmaisua tai suorittamalla keksinnön mukainen menetelmä ennen Viterbi-ilmaisua käyttämällä hyväksi purseen käsittämää ennalta määrättyä sekvenssiä. Keksintö käsittää kaksi päävaihetta: ensiksi vertailusignaalin muodostaminen ja toiseksi vastaanotetun signaalin ja vertailusignaalin välisen varianssin eli kohinan energian laskeminen. Kun ennalta määrätyn jakson avulla saadun kanavan estimoidun impulssivasteen ja ennalta määrätyn jakson kon-

voluutio lasketaan, saadaan vertailusignaali. Estimoitu kohinan energia lasketaan varianssina tai varianssin kaltaisena funktiona vertailusignaalista ja vastaanotetusta sekvenssistä. Signaalin energia saadaan joko kanavan estimoidun impulssivasteen tappien (tap) energiasta tai laske-
5 malla vertailusignaalin näytteiden eli symbolien energia. Jakamalla näin muodostettu signaali ja kohina saadaan kanavan estimoitu hetkellinen signaalikohinasuhde.

Välttämällä Viterbi-algoritmin käyttö säästetään muistia ja laskemiseen käytettävää aikaa. Saatua signaalikohinasuhteen arvoa voidaan käyttää hyväksi kanavan tilan estimoinnissa, huonojen kehysten estimointimenetelmissä apuna ja ML-metriikan (maximum likelyhood metrics) skaalauksessa. Lisäksi signaalikohinasuhdetta voidaan käyttää
15 hyväksi diversiteettiyhdistelyssä ja se on erityisesti käyttökelpoinen, kun monitiesignaalien yhdistely tehdään ennen ilmaisua.

Keksinnön mukaisen menetelmän edulliset suoritusmuodot ilmenevät myös oheisista epäitsenäisistä patenttivaatimuksista 2 - 9 ja keksinnön mukaisen vastaanottimen edulliset toteutusmuodot ilmenevät oheisista epäitsenäisistä patenttivaatimuksista 11 - 13.

Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, joissa

25 kuvio 1 esittää solukkoradiojärjestelmää, jossa keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa,

kuvio 2 esittää GSM-järjestelmän mukaista vastaanotinta oleellisilta osiltaan,

30 kuvio 3 esittää toisenlaista toteutusta GSM-järjestelmän mukaisesta vastaanottimesta oleellisilta osiltaan,

kuvio 4 esittää GSM-järjestelmän mukaista vastaanotinta, joka käyttää diversiteettiyhdistelytekniikkaa ja

kuvio 5 esittää GSM-järjestelmän normaalipursketta.

Keksinnön mukaista menetelmää ja vastaanotinta voidaan soveltaa missä tahansa digitaalisessa solukkorä-

diojärjestelmässä, joka on kuvattu olennaisin osin kuviossa 1. Järjestelmä käsittää tukiaseman 10, sekä joukon yleensä liikkuvia tilaajapäätelaitteita 11 - 13, joilla on kaksisuuntainen yhteys 14 - 16 tukiasemaan. Tukiasema 10 välittää päätelaitteiden 11 - 13 yhteydet tukiasemaohjaimelle 17, joka välittää ne edelleen järjestelmän muihin osiin ja kiinteään verkkoon. Tukiasemanohjain 17 ohjaa yhden tai useamman tukiaseman 10 toimintaa. GSM-järjestelmässä sekä tukiasema 10 että päätelaitteet 11 - 13 mittaavat jatkuvasti yhteyden laatua ja välittävät tulokset tukiasemaohjaimelle 17. Yhteyden laadun mittaus tapahtuu keksinnön mukaisessa toteutusmuodossa signaalikohinasuhteen mittauksena.

Tarkastellaan nyt lähemmin keksinnön mukaista solukkoradiojärjestelmän vastaanotinta, jonka lohkokaavio on olennaisin osin esitetty kuviossa 2. Sekä tukiasema että tilaajapäätelaite voivat toimia keksinnön mukaisena vastaanottimena. Vastaanotin käsittää antennin 21, jolla vastaanotettu signaali viedään radiotaajuusosille 22, joissa signaali muunnetaan välitaajuudelle. Radiotaajuusosilta signaali viedään muunninvälineelle 23, joissa signaali muunnetaan analogisesta digitaalseksi. Digitaalinen signaali etenee esikäsittelyvälineelle 24, jossa signaalia muun muassa voidaan suodattaa, poistaa siitä DC-offset, kontrolloida digitaalisen signaalin automaattista vahvistusta ja demoduloida signaali. Kanavaan sovitettu suodatin 25 palauttaa kanavassa vääristyneen signaalin alkuperäiseksi datavirraksi alhaisella symbolivirhetodennäköisyydellä. Kanavan impulssivasteen estimaatti ja sen energia muodostetaan välineellä 26. Impulssivastetiedosta muodostetaan välineellä 27 kanavan estimoidun impulssivasteen autokorrelaation tapit.

Digitaalisessa järjestelmässä kanavan impulssivaste kuvataan N-symbolisella luvulla. Kanavan impulssivaste on tavallisesti viisi-symbolinen, eli N saa arvon 5. Väli-

neellä 28, joka käsittää välineet 28a, 28b ja 28c, laske-
taan signaalikohinasuhde keksinnön mukaisella menetelmäl-
lä. Välineellä 28a muodostetaan vertailusignaali kanavan
estimoidusta impulssivasteesta ja signaalin käsittämästä
5 ennalta määrätystä sekvenssistä. Väline 28b laskee kanavan
kohinan energian vertailusignaalista ja vastaanotetusta
ennalta määrätystä sekvenssistä. Väline 28c laskee signaa-
likohinasuhteen vertailusignaalin ja kohinan energian suh-
teenä. Välineellä 28d korjataan vertailusignaalin ja en-
10 nalta määrätyn sekvenssin offset eli symbolien ajallinen
siirtymä toistensa suhteen. Lopulta vastaanottimen Viter-
bi-ilmaisuväline 29 ottaa vastaan sovitettun suodattimen 25
lähdön eli vastaanotetun purskeen eri sekvenssit 52, 53 ja
54, jotka on esitetty kuviossa 5, ja kanavan impulssivas-
teen autokorrelaation tapit välineeltä 27. Tässä vastaan-
15 otinratkaisussa signaalikohinasuhdetieto siirretään sekä
välineelle 27, jolla muodostetaan impulssivasteen autokor-
relaation tapit, että sovitetulle suodattimelle 25. Sig-
naalikohinasuhdetieto voidaan viedä myös muille välineil-
le. Viterbi-ilmaisuvälineen 29 lähtönä on ilmaistut symbo-
20 lit.

Tarkastellaan nyt lähemmin keksinnön mukaista tois-
ta, ensimmäiselle vaihtoehtoista solukkoradiojärjestelmän
vastaanotinta, jonka lohkokaavio on olennaisin osin esi-
25 tetty kuviossa 3. Vastaanotin on suurimmaksi osakseen sa-
manlainen kuin vastaanotin kuviossa 2. Tässä vastaanotin-
ratkaisussa signaalikohinasuhteen laskemisvälineeltä 28
signaalikohinasuhdetieto siirretään välineelle 26, joka
muodostaa impulssivasteen tapit. Signaalikohinasuhdetieto
30 voidaan viedä myös muille välineille. Viterbi-ilmaisuväli-
neen 29 lähtönä on ilmaistut symbolit. Signaalikohinasuh-
detieto voidaan viedä myös muille välineille, mitä kuvi-
oissa 2 ja 3 välineeltä 28 lähtevä nuoli 30 kuvaa.

Kuvioissa 2 ja 3 esitettyjä ratkaisuja voidaan edul-
35 lisesti hyödyntää monitievastaanotossa, jollaista järjes-

telyä esittää kuvio 4, kun vastaanotin käyttää diversiteettiyhdistelyä. Vastaanotin kuviossa 4 käsittää antennit 41 ja 42, välineet 43 ja 44, jotka puolestaan käsittävät mm. radiotaajuusosat 22, muunninvälineet 23, esikäsittelyvälineet 24, sovitetut suodattimet 25, kanavan impulssivasteen estimaattivälineet 26, signaalikohinasuhteen laskemisvälineet 28, kuten kuvioiden 2 ja 3 vastaanottimet. Vaikka kuviossa 4 on vain kaksi haaraa eli kanavaa, samantyyppistä diversiteettiyhdistelyä voidaan soveltaa myös useampiin kanaviin. Eri kanavien estimoidut impulssivasteen autokorrelaation tapit muodostetaan välineillä 27a ja 27b, jotka edustavat samaa toimintaa kuin kuvioiden 2 ja 3 väline 27. Eri kanavilta tulevat signaalit yhdistetään välineellä 45, jossa yhdistäminen tapahtuu esimerkiksi summaamalla tai keskiarvoistamalla ja haluttaessa kertomalla signaalit jollakin sopivalla vakiolla. Signaalia siis painotetaan signaalikohinasuhteella tai signaali valitaan ilmaisimelle signaalikohinasuhdetiedon perusteella. Yhdistämisen jälkeen signaali viedään Viterbi-ilmaisuvälineelle 29. Myös impulssivasteen autokorrelaation tappien muodostusvälineiden 27a ja 27b lähdöt yhdistetään välineellä 46 esimerkiksi summaamalla tai keskiarvoistamalla ja haluttaessa kertomalla lähdöt jollakin sopivalla vakiolla. Diversiteettihaarojen ja autokorrelaatiotappien yhdistelyssä on edullista yhdistää vain ajallisesti toisiaan vastaavat symbolit tai bitit. Välineen 46 lähtö viedään myös Viterbi-ilmaisuvälineelle 29. Erityisen hyödyllinen tällainen ratkaisu on siksi, että kun signaalit yhdistetään ennen ilmaisua, saavutetaan suurempi signaalin vahvistus.

Tarkastellaan nyt lähemmin keksinnön mukaista ratkaisua GSM-järjestelmässä. GSM-järjestelmän normaalipurske on kuvion 5 mukainen ja se käsittää yhteensä 148 symbolia. Symbolit käsittävät bittejä tai bittikombinaatioita. Purskeen symbolit ovat jaksoissa, jotka käsittävät 3 kpl aloitussymboleja (TS) 51, 58 kpl datasymboleja (Data) 52, 26

kpl opetussymboleja (TRS) 53, 58 kpl datasymboleja (Data) 54 ja 3 kpl lopetussymboleja (TS) 55. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa vertailusignaalin symbolisekvenssi lasketaan opetussekvenssin 53 ja kanavan estimoidun impulssivasteen funktiona, joka on edullisesti mainittujen sekvenssien konvoluutio.

Seuraavassa keksinnön mukaista menetelmää kuvataan sovellettaessa sitä GSM-järjestelmässä. Kanavan hetkellisen signaalikohinasuhteen SNR laskeminen käsittää kaksi olennaista vaihetta: ensiksi vertailusignaalin YR muodostaminen kanavan estimoidusta impulssivasteesta H ja opetusjaksosta TRS (kuvion 5 opetussymbolit 53) edullisesti konvoluutiona ja toiseksi kohinan energian VAR laskeminen vertailusignaalista YR ja kanavalta vastaanotetusta opetusjaksosta Y varianssi-tyyppisesti. Täten kohinan energia VAR lasketaan kuten varianssi, mutta sen nimittäjässä olevalla luvulla ei ole merkitystä, koska nimittäjä on yksinkertaisesti muodostettava ja se toimii vain kohinan energian skaalaajana, mikä on helppo huomioida ja korjata missä tahansa laskun vaiheessa. Laskemalla konvoluutio saavutetaan se etu, että vertailusignaali YR muodostuu samalla tavalla kuin varsinainen signaali kanavassa ja vertaamalla tätä tulosta kanavasta vastaanotettuun signaaliin voidaan arvioida kohinaa. Kun kohinan energia VAR lasketaan vertailusignaalista YR ja kanavasta vastaanotetusta signaalistä varianssi-tyyppisesti, saavutetaan se etu, että tuloksena saadaan suoraan kohinan energia.

Koska opetusjakso TRS on ennalta määrätty, voidaan kanavan hetkellinen estimoitu impulssivaste H määrittää. Tavallisesti estimoitu impulssivaste H on 5-symbolinen eli symbolimäärälle N pätee $N = 5$. Keksinnön mukaisen menetelmän ensimmäisessä vaiheessa lasketaan kanavan estimoidun impulssivasteen H ja opetusjakson TRS konvoluutiona esimerkiksi kaavan (1) mukaan vertailusignaali YR, joka on vastaanotetun opetusjakson TRS odotusarvo mainitulla esti-

moidulla impulssivasteella H.

$$YR(j) = \sum_{i=0}^{N-1} H(i) \cdot (1 - 2 \cdot TRS(j-i)) \quad (1)$$

5 missä N on estimoidussa impulssivasteessa H olevien symbolien määrä ja symboli-indeksille j, joka osoittaa laskettavaa symbolia, pätee $j \geq N$. Käymällä symbolit j väliltä N ja 26 tai ennalta määrättyssä sekvenssissä olevien symbolien määrä läpi saadaan koko vertailusignaali YR. Käyttäen
10 saatua vertailusignaalia YR ja vastaanotettua signaalia Y, joka on vastaanotettu opetusjakso, lasketaan kaavalla (2) näiden varianssi-tyyppinen tulos VAR.

$$15 \quad VAR = \frac{\sum_{i=N}^{26} \text{Re}(Y(i+\text{offset}) - YR(i))^2 + \text{Im}(Y(i+\text{offset}) - YR(i))^2}{K} \quad (2)$$

Tässä kaavassa (2) symboleja huomioidaan enintään sellainen määrä, joka on ennalta määrätyn sekvenssin 53 symbolimäärä vähennettynä kanavan estimoidun impulssivasteen symbolimäärällä. Tällöin laskussa huomioitujen symbolien määrä on vapaasti valittavissa. Varianssi-tyyppisen tuloksen
20 VAR arvo on kaavassa (2) sama kuin kohinan energia näytettä kohti, jos jakajan K arvoksi asetetaan summauksessa käytettyjen symbolien määrä, tai energia koko sekvenssiä kohti, jos jakajan K arvo on yksi. Jakajan K arvo on keksinnön mukaisessa ratkaisussa epäolennainen ja K:n arvoksi
25 voidaan valita mikä tahansa luku. Kaavassa (2) käytetään I/Q-modulaation merkintöjä, jolloin symbolit esitetään kompleksisessä muodossaan. Kaavassa (2) huomioidaan offset, mikä tarkoittaa vastaanotetun signaalin symbolien
30 edullista siirtämistä siten, että vastaanotetun signaalin symboli vastaa vertailusignaalin symbolia eli osoittaa oikeaan kohtaan opetusjaksossa.

Vastaanotetun signaalin energia voidaan laskea joko
35 kanavan estimoidun impulssivasteen H tai vertailusignaalin

YR avulla. Laskemalla kanavan estimoidun impulssivasteen H tappien energia on etuna se, että saadaan signaalin energia E_I symbolia kohti. Kun energia E_{YR} lasketaan vertailusignaalin I/Q-modulaation kompleksisten symboleiden avulla
 5 esimerkiksi kaavalla (3)

$$E_{YR} = \sum_{i=N}^{26} \text{Re}(YR(i))^2 + \text{Im}(YR(i))^2 \quad (3)$$

saadaan vertailusignaalin kokonaisenergia suoraan. Jos
 10 esikäsitteilyvälineellä 24 muodostetaan signaalin normalisoitu keskimääräinen energia, joka vastaa energiaa E_{YR} , tunnetun tekniikan mukaisesti, tätä ei tarvitse erikseen laskea.

Kanavan hetkellinen signaalikohinasuhde SNR saadaan
 15 kaavan (4) mukaan periaatteellisella tavalla jakamalla kohinan energia symbolia kohti VAR signaalin energialla symbolia kohti E_I , kun jakajan K arvona kaavassa (2) käytetään symbolien määrää.

$$SNR = \frac{E_I}{VAR} \quad (4)$$

Signaalikohinasuhteen edullinen laskentatapa on kuitenkin jakaa signaalin kokonaisenergia E_{YR} kohinan kokonaisenergialla VAR, kun jakajan K arvo kaavassa (2) on yksi, kaavan (5) mukaan ja välttyä turhalta jakamiselta, koska kaavassa (2) ja (3) on tässä tapauksessa oleellisesti yhtä monta summattavaa alkiota.

$$SNR = \frac{E_{YR}}{VAR} \quad (5)$$

Signaalikohinasuhde lasketaan edullisesti jokaiselle purskeelle erikseen, koska yhteyden laatu vaihtelee suuresti lyhyessäkin ajassa.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei
 35

keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä yhteyden laadun estimoimiseksi signaali-
kohinasuhteen avulla digitaalisen solukkoradiojärjestelmän
5 vastaanottimessa (10 - 13), jossa käytetään Viterbi-ilmai-
sua ja diversiteettivastaanottoa, jossa menetelmässä muo-
dostetaan kanavan estimoitu impulssivaste ja jossa kanavan
estimoitu impulssivaste ja signaalin käsittämä ennalta
määrätty sekvenssi (53) ovat symbolisekvenssejä, t u n -
10 n e t t u siitä, että

kanavan estimoidusta impulssivasteesta ja signaalin
käsittämästä ennalta määrätystä sekvenssistä (53) muodos-
tetaan vertailusignaali,

15 signaaliin liittyvän kohinan energia lasketaan vari-
anssityyppisesti vertailusignaalista ja kanavasta vastaan-
otetusta ennalta määrätystä sekvenssistä (53),

signaalikohinasuhde lasketaan vertailusignaalin ener-
gian ja kohinan energian suhteena ja

20 diversiteettihaarojen yhdistäminen tapahtuu ennen Vi-
terbi-ilmaisua siten, että eri haarojen ajallisesti toisi-
aan vastaavat symbolit yhdistetään, ja kunkin haaran sovi-
tettujen suodattimien (25) lähdöt ja impulssivasteen auto-
korrelaation tapit painotetaan kunkin haaran omalla sig-
naalikohinasuhteella.

25 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että vertailusignaali muodostetaan kana-
van estimoidusta impulssivasteesta ja ennalta määrätystä
sekvenssistä (53) konvoluutiolla.

30 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kanavan kohinan energian laskemi-
sessa huomioidaan symboleja enintään ennalta määrätyn sek-
venssin (53) symbolimäärä vähennettynä kanavan estimoidun
impulssivasteen symbolimäärällä.

35 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kanavan kohinan energian laskemi-

seksi vertailusignaalin ja ennalta määrätyn sekvenssin välinen offset korjataan siirtämällä vertailusignaalin ja ennalta määrätyn sekvenssin symboleita toistensa suhteen siten, että vastaanotetun signaalin symboli vastaa vertailusignaalin symbolia.

5 5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vertailusignaalin energia muodostetaan sen käsittämien symbolien neliöiden reaali-osien summana.

10 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vertailusignaalin energia muodostetaan kanavan estimoidun impulssivasteen tappien neliöllisenä summana.

15 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kun lähetys tapahtuu purskeina, signaalikohinasuhde lasketaan jokaiselle vastaanotetulle purskeelle erikseen.

20 8. Patenttivaatimuksen 1 tai 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ennalta määrätty sekvenssi (53) on GSM-järjestelmän normaalipurskeen opetussekvenssi.

25 9. Digitaalisen solukkoradiojärjestelmän vastaanotin (10 - 13), joka käsittää Viterbi-ilmaisuvälineet (29), diversiteettihaaroja ja välineen (26) kanavan estimoidun impulssivasteen muodostamiseksi, t u n n e t t u siitä, että signaalikohinasuhteen laskemiseksi vastaanotin (10 - 13) käsittää

välineen (28a), jolla vertailusignaali muodostetaan kanavan estimoidusta impulssivasteesta ja signaalin käsittämästä ennalta määrätystä sekvenssistä (53),

30 välineen (28b) kanavan kohinan energian laskemiseksi vertailusignaalista ja vastaanotetusta ennalta määrätystä (53) sekvenssistä varianssityyppisesti,

35 välineen (28c) signaalikohinasuhteen laskemiseksi vertailusignaalin energian ja kohinan energian suhtena ja diversiteettihaarojen yhdistämisvälineet (45 ja 46),

jotka sijaitsevat ennen Viterbi-ilmaisuvälineitä (29) ja jotka yhdistävät eri haarojen ajallisesti toisiaan vastaavat symbolit, ja että vastaanotin käsittää välineet (28) painottaa kunkin haaran sovitettujen suodattimien (25) lähdöt ja impulssivasteen autokorrelaation tapit kunkin haaran omalla signaalikohinasuhteella.

5 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen vastaanotin (10 - 13), t u n n e t t u siitä, että vastaanotin (10 - 13) käsittää välineen (28a) vertailusignaalin muodostamiseksi
10 kanavan estimoidun impulssivasteen ja ennalta määrätyn sekvenssin (53) konvoluutiona.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen vastaanotin (10 - 13), t u n n e t t u siitä, että vastaanotin (10 - 13) käsittää välineen (28d) korjata vertailusignaalin ja en-
15 nalta määrätyn sekvenssin (53) offset.

Patentkrav

1. Förfarande för uppskattning av förbindelsekvalitet med hjälp av signal-brusförhållandet i en mottagare
5 (10 - 13) vid ett digitalt cellulärt radiosystem där Viterbi-detektion och diversitetsmottagning används, i vilket förfarande en uppskattad impulsrespons alstras för kanalen, och kanalens uppskattade impulsrespons och en i signalen ingående förutbestämd sekvens (53) är symbolsekvenser,
10 k ä n n e t e c k n a t av att

en referenssignal bildas av kanalens uppskattade impulsrespons och den i signalen ingående förutbestämda sekvensen (53),

15 energin i det till signalen anslutna bruset beräknas som varians från referenssignalen och den från kanalen mottagna förutbestämda sekvensen (53),

signal-brusförhållandet beräknas som förhållandet mellan referenssignalens energi och brusets energi och

20 förening av diversitetsgrenar sker före Viterbi-detektionen så att tidsmässigt motsvarande symboler i olika grenar förenas, och utgångar i anpassade filter (25) och tappar i impulsresponsens autokorrelation i varje gren vägs med varje grens eget signal-brusförhållande.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
25 t e c k n a t av att referenssignalen alstras ur kanalens uppskattade impulsrespons och den förutbestämda sekvensen (53) genom konvolution.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
30 t e c k n a t av att i beräkning av energin i kanalens brus iakttas ett antal symboler som är högst den förutbestämda sekvensens (53) symbolantal minskat med symbolantalet i kanalens uppskattade impulsrespons.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
35 t e c k n a t av att för beräkning av energin i kanalens brus korrigeras offseten mellan referenssignalen och den

förutbestämda sekvensen genom förskjutning av referenssignalens och den förutbestämda sekvensens symboler i förhållande till varandra så att den mottagna signalens symbol motsvarar referenssignalens symbol.

5 5. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att referenssignalens energi bildas som
summan av realdelarna hos de däri ingående symbolernas
kvadrater.

10 6. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att referenssignalens energi bildas som
en kvadratisk summa av tapparna hos kanalens uppskattade
impulsrespons.

15 7. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att då sändningen sker som skurar, beräk-
nas signal-brusförhållandet skilt för varje mottagen skur.

8. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 7, k ä n -
n e t e c k n a t av att den förutbestämda sekvensen (53)
är en training-sekvens i GSM-systemets normala skur.

20 9. Mottagare (10 - 13) vid ett digitalt cellulärt
radiosystem, omfattande Viterbi-detektororgan (29), diver-
sitetsgrenar och ett organ (26) för alstring av kanalens
uppskattade impulsrespons, k ä n n e t e c k n a d av att
för beräkning av signal-brusförhållandet omfattar mottaga-
ren (10 - 13)

25 ett organ (28a) för alstring av en referenssignal
ur kanalens uppskattade impulsrespons och en i signalen in-
gående förutbestämd sekvens (53),

30 ett organ (28b) för beräkning av energin i
kanalens brus som varians ur referenssignalen och den mot-
tagna förutbestämda (53) sekvensen,

ett organ (28c) för beräkning av signal-
brusförhållandet som förhållandet mellan referenssignalens
energi och brusets energi och

35 föreningsorgan (45 och 46) för diversitetsgrenar-
na, varvid organen är belägna före Viterbi-detektororganen

(29) och förenar tidsmässigt motsvarande symboler i olika grenar, och att mottagaren omfattar organ (28) för att väga utgångar i anpassade filter (25) och tappar i impulsresponsens autokorrelation i varje gren med varje grens eget signal-brusförhållande.

5

10. Mottagare (10 - 13) enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a d av att mottagaren (10 - 13) omfattar ett organ (28a) för alstring av referenssignalen som konvolution av kanalens uppskattade impulsrespons och den förutbestämda sekvensen (53).

10

11. Mottagare (10 - 13) enligt patentkrav 9, k ä n n e t e c k n a d av att mottagaren (10 - 13) omfattar ett organ (28b) för korrigering av offseten i referenssignalen och den förutbestämda sekvensen (53).

This Page Blank (uspto)

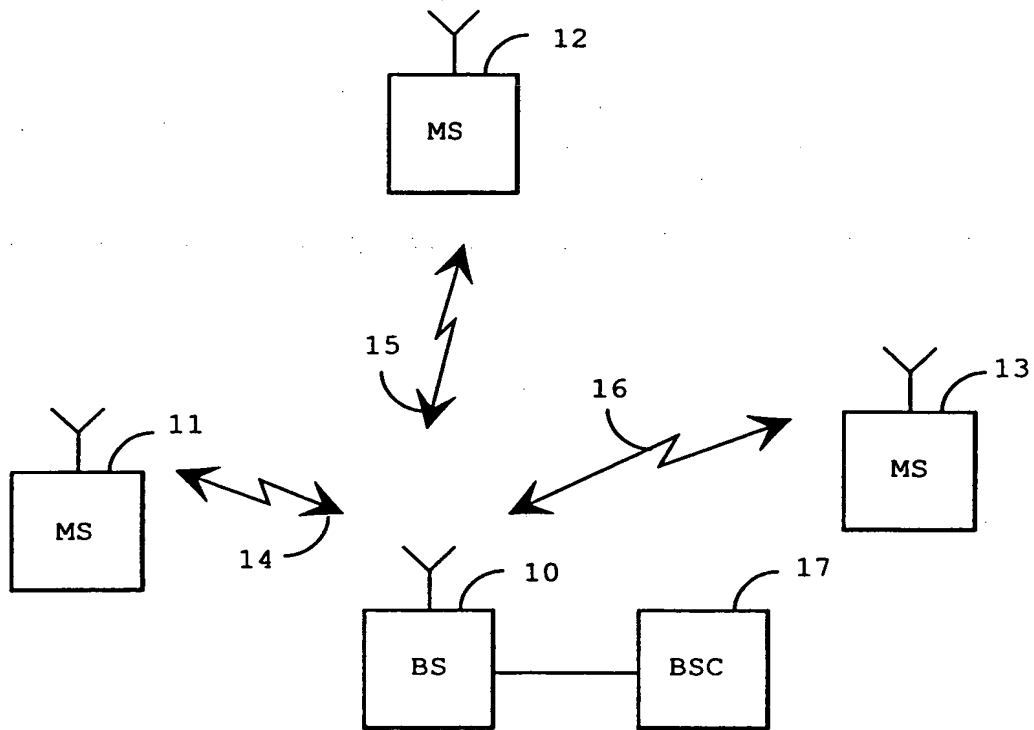


Fig. 1

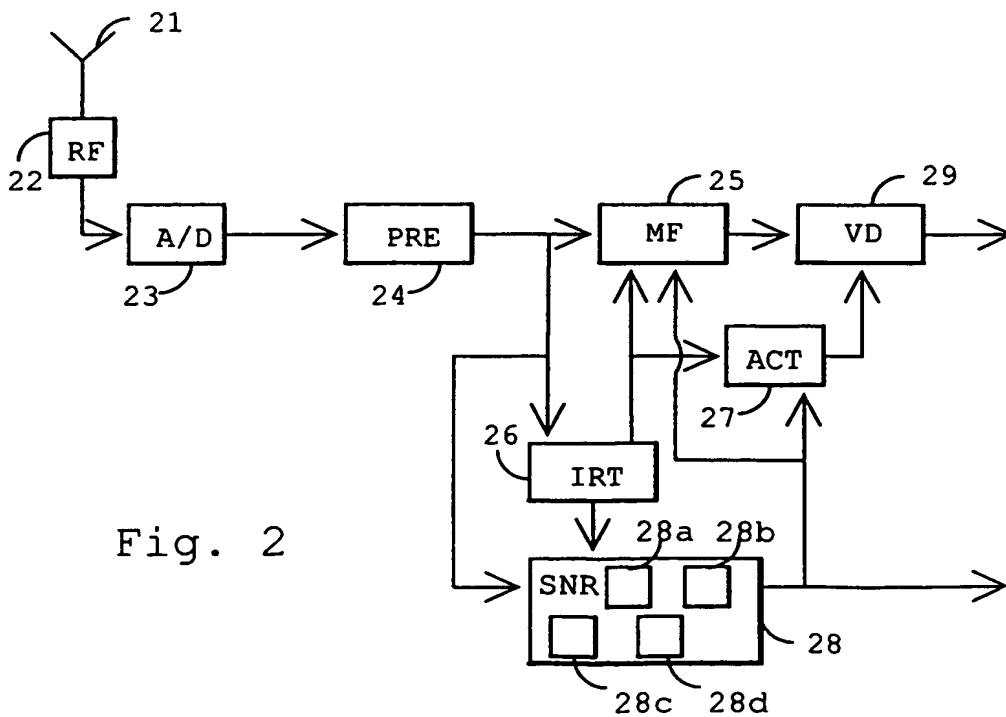


Fig. 2

This Page Blank (uspto)

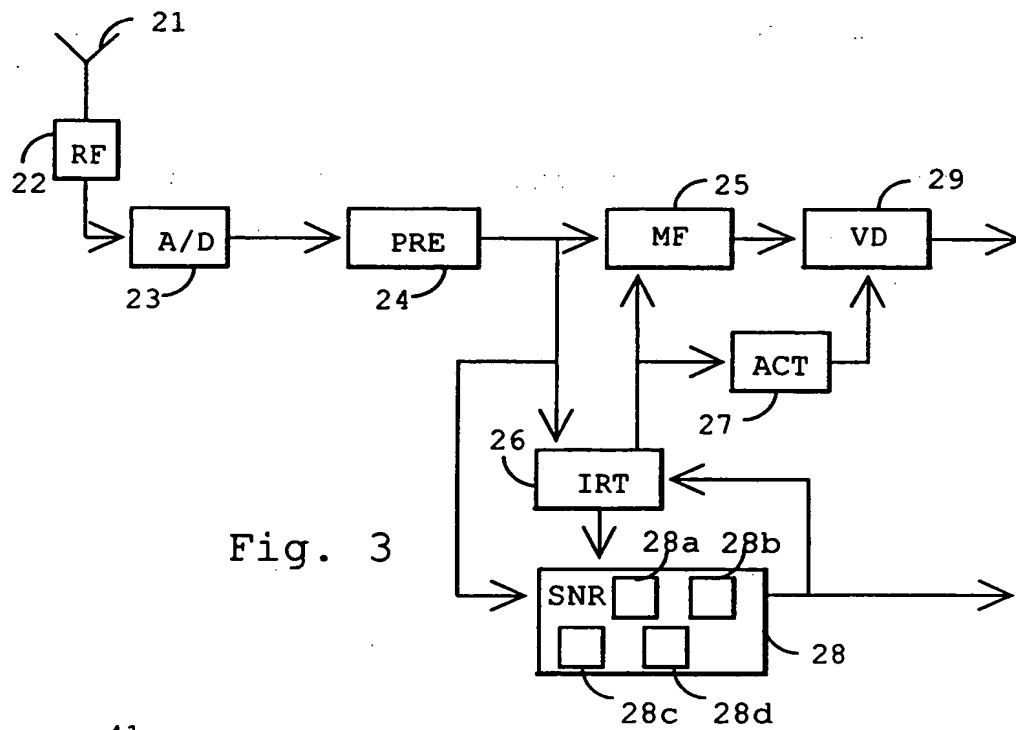


Fig. 3

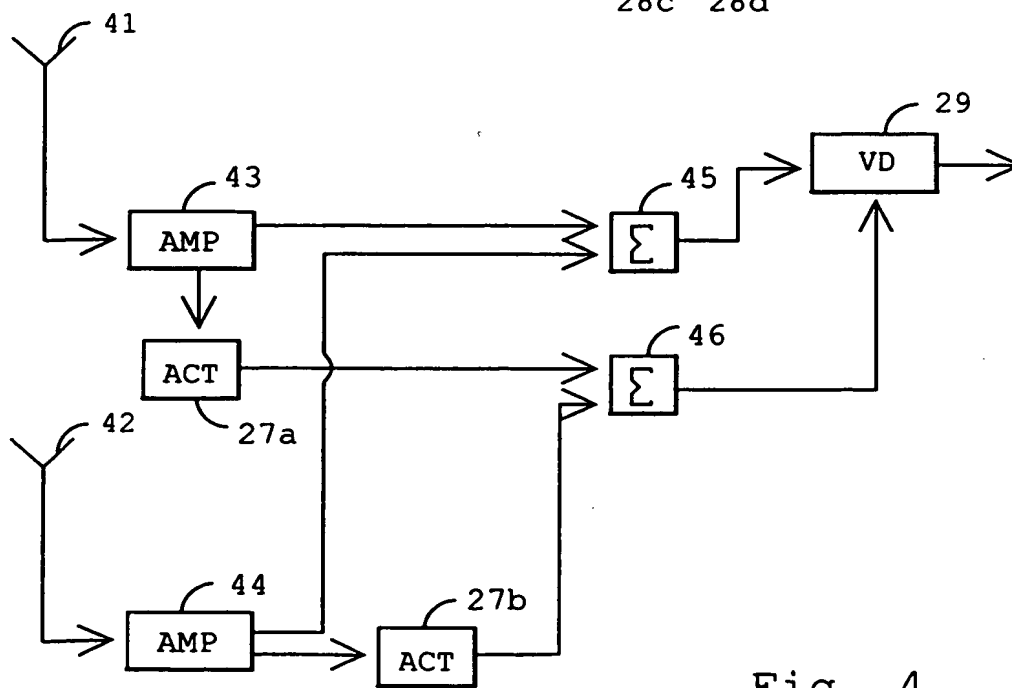


Fig. 4

This Page Blank (uspto)

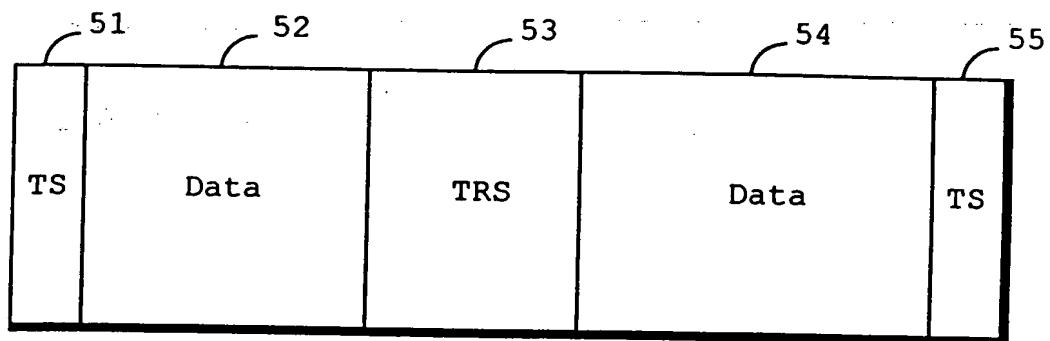


Fig. 5

This Page Blank (uspto)